

This Page Is Inserted by IFW Operations  
and is not a part of the Official Record

## **BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning documents *will not* correct images,  
please do not report the images to the  
Image Problems Mailbox.**

## ===== WPI =====

TI - Image processing method for clarity inspection of e.g. charged coupled device, liquid crystal display device - by suppressing differential image position which corresponds to section of original image data with high brightness when first computed power constant is negative

AB - J09223220 The method involves filtering an original image data using a digital filter (4) to form a shading image data. The original image data is stored in an original image memory (3). A subtractor (8) forms a differential image data from original image data and shading image data. A power calculator (6) computes several power constants for every pixel based on shading image data. A first multiplier (9) multiplies a second power constant to the output of the power calculator of which the output is the proportion of the visual sensitivity reduction of brightness.

- A second multiplier (12) multiplies the differential image data and the proportion of a visual sensitivity reduction for every pixel. When the first computed power constant is negative, the differential image position which corresponds to the section of the original image with high brightness is suppressed.
- ADVANTAGE - Removes brightness shading. Accurately detects and isolates brightness irregularity, permissible irregularity and noise by performing correction process corresponding to proportion of visual sensitivity reduction for brightness.
- (Dwg.1/13)

PN - JP9223220 A 19970826 DW199744 G06T1/00 010pp

PR - JP19960028138 19960215

PA - (ADVA-N) ADVANTEST KK

MC - T01-J10B1 T01-J10D T04-D02 U11-F01B3 U11-F01C5 U13-A02 U14-K01A8

DC - T01 T04 U11 U13 U14

IC - G06T1/00 ;H04N1/401

AN - 1997-476969 [44]

## ===== PAJ =====

TI - METHOD AND DEVICE FOR PROCESSING PICTURE

AB - PROBLEM TO BE SOLVED: To accurately detect luminance irregularity without detecting noise and allowable irregularity by obtaining different picture data from source picture data and shading picture data and multiplying the shading picture data with a constant which is a negative number for each picture element.

- SOLUTION: The source picture data from a source picture memory 3 and the shading picture data from a shading picture memory 5 are inputted to a subtractor 8 and the difference picture data are stored in a difference picture memory 10. An exponent power calculation means 6 reads the respective picture element values of the shading picture data from the shading picture memory 5 and raises them to -0.67 power and calculated results are multiplied with the constant K in a first multiplier 9 and stored in a buffer memory 11 for the respective picture elements. Further, the difference picture data from the difference picture memory 6 and the data of multiplied results from the buffer memory 9 are inputted to a second multiplier 12 and the multiplied results are multiplied with the constant C in a third multiplier 14 and stored in a processing picture memory 15.

PN - JP9223220 A 19970826

PD - 1997-08-26

ABD - 19971225

ABV - 199712

AP - JP19960028138 19960215

PA - ADVANTEST CORP

IN - ICHIKAWA MASAMICHI

I - G06T1/00 ;H04N1/401

特開平9-223220

(43) 公開日 平成9年(1997)8月26日

(51) Int.Cl.<sup>6</sup>

識別記号

序内整理番号

F I

技術表示箇所

G 0 6 T 1/00

G 0 6 F 15/64

4 0 0 D

H 0 4 N 1/401

H 0 4 N 1/40

1 0 1 A

審査請求 未請求 請求項の数 7 O L (全 10 頁)

(21) 出願番号 特願平8-28138

(22) 出願日 平成8年(1996)2月15日

(71) 出願人 390005175

株式会社アドバンテスト

東京都練馬区旭町1丁目32番1号

(72) 発明者 市川 雅理

東京都練馬区旭町1丁目32番1号 株式会社アドバンテスト内

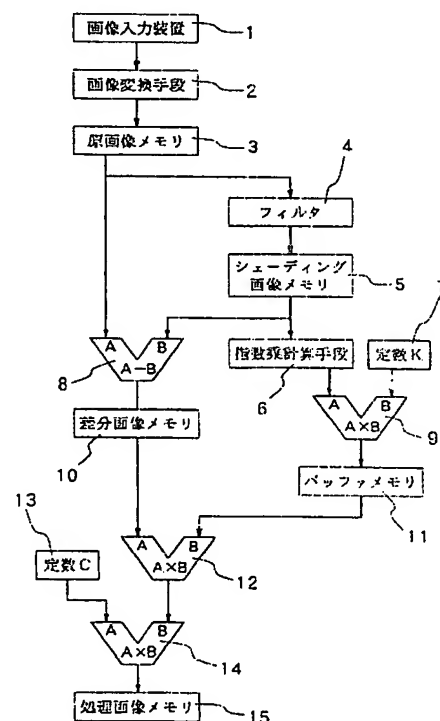
(74) 代理人 弁理士 若林 忠

(54) 【発明の名称】 画像処理方法及び装置

(57) 【要約】

【課題】 CCD撮像素子やLCD表示装置の画質検査に使用される画像処理装置において、輝度シェーディングを除去し、かつ、雑音や許容むらを検出することなく精度よく輝度むらを検出できるようにする。

【解決手段】 原画像データを保持する原画像メモリ3と、原画像データに対してフィルタリングを行ってシェーディング画像データを生成するデジタルフィルタ4と、原画像データとシェーディング画像データの差分画像データを生成する減算器8と、画素ごとにシェーディング画像データを $-0.67$ 乗する指数乗計算手段6と、画素ごとの指数乗計算手段6の出力に定数Kを乗算する第1の乗算器9と、画素ごとに差分画像データと第1の乗算器9の出力を乗算する第2の乗算器12とを設け、差分画像データに対して視覚の感度低下の割合に応じた補正を行い、処理画像データを得る。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 入力した原画像データに対して画像処理を行う画像処理方法において、

前記原画像データからフィルタリングによってシェーディング画像データを求め、前記原画像データと前記シェーディング画像データから差分画像データを求める第1の工程と、

画素ごとに、前記シェーディング画像データを第1の定数乗し、さらに第2の定数を乗算することによって、輝度に対する視覚の感度低下の割合を求める第2の工程と、

画素ごとの前記視覚の感度低下の割合を前記差分画像データに乘算する第3の工程とを有し、

前記第1の定数が負数であり、前記原画像データで輝度の高い部分に対応する位置の前記差分画像データを抑制することを特徴とする画像処理方法。

【請求項2】 前記第1の定数が-0.67である請求項1に記載の画像処理方法。

【請求項3】 入力した原画像データに対して画像処理を行う画像処理方法において、

前記原画像データからフィルタリングによってシェーディング画像データを求め、前記原画像データと前記シェーディング画像データから差分画像データを求める第1の工程と、

画素ごとに、前記差分画像データを前記シェーディング画像データで除算して変化の割合を求める第2の工程とを有し、

前記原画像データでコントラストの大きい部分に対応する位置の前記差分画像データを強調し、それ以外の部分を抑制することを特徴とする画像処理方法。

【請求項4】 画素ごとの前記変化の割合を前記差分画像データに乘算する第3の工程を有する請求項2に記載の画像処理方法。

【請求項5】 前記原画像データから平均値を算出し、前記平均値を画素ごとの前記変化の割合に乘算する第3の工程を有する請求項3に記載の画像処理方法。

【請求項6】 入力した原画像データに対して画像処理を行う画像処理装置であって、前記原画像データを保持する原画像メモリと、前記原画像データに対してフィルタリングを行ってシェーディング画像データを生成するフィルタと、前記原画像データと前記シェーディング画像データの差分画像データを生成する減算器と、画素ごとに前記シェーディング画像データを第1の定数乗する指数乗計算手段と、画素ごとの前記指数乗計算手段の出力に第2の定数を乗算する第1の乗算器と、画素ごとに前記差分画像データと前記第1の乗算器の出力を乗算する第2の乗算器とを有し、前記第1の定数が負数である画像処理装置。

【請求項7】 入力した原画像データに対して画像処理を行う画像処理装置であって、前記原画像データを保持

する原画像メモリと、前記原画像データに対してフィルタリングを行ってシェーディング画像データを生成するフィルタと、前記原画像データと前記シェーディング画像データとの差分画像データを生成する減算器と、画素ごとに前記差分画像データを前記シェーディング画像データで除算する除算器と、画素ごとに前記差分画像データと前記除算器の出力を乗算する乗算器とを有する画像処理装置。

## 【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、画像処理方法及び装置に関し、特に、画像データ中の輝度のむらの検出を精度よく行える画像処理方法及び装置に関する。

【0002】

【従来の技術】画像入力装置としてのCCD (Charge Coupled Device:電荷結合素子) 撮像素子や、画像出力装置としてのLCD (Liquid Crystal Display:液晶ディスプレイ) 表示装置は、いずれも、集積回路技術などの半導体製造技術を応用して多数の画素を集合して構成される。

【0003】CCD撮像素子やLCD表示装置には、その製造工程の不具合によって種々の欠陥が生じることがある。これらの欠陥のために、例えばCCD撮像素子の場合であれば、全体が一様の白色である画像を撮影したときに、CCD撮像素子からの出力される画像データに輝度のむらが発生する。また、LCD表示装置の場合であれば、全体が一様の白色である画像データを表示したときに、表示された画像に輝度のむらが発生する。つまり、撮影したり表示したりした画像が、全体の輝度が一様の白色ではなく、輝度のむら(非一様性)がある画像となる。

【0004】このような輝度のむらは、画像の広範囲にわたってなだらかに分布するむらと、局所的なむらに大別できる。前者を輝度シェーディング、後者を輝度むらと称することにする。輝度シェーディングは、ほぼ全てのCCD撮像素子やLCD表示装置で発生するが、広範囲にわたるなだらかな分布であるため比較的目につきにくい。一方、輝度むらは局所的な輝度の変化であるため、周囲とのコントラストが小さいものでも目につきやすい。

【0005】CCD撮像素子やLCD表示装置を製造した場合には、上述したような輝度シェーディングや輝度のむらを評価する画質検査が必須である。従来は、CCD撮像素子からの撮像信号をブラウン管(CRT)に映出させたり、LCD表示装置に試験画像データを表示させ、これらの画面を目視によって観察し画質(輝度シェーディングや輝度むらなど)を検査している。目視検査を自動化するために、CCD撮像素子の撮像信号から変換したデジタル画像や、画像を表示させたLCD表示装置を高解像度のCCDイメージセンサで撮像したデジタ

ル画像を用いて、デジタル画像処理技術によって画質検査を行う画質検査装置が開発されている。この従来の画質検査装置においては、画面上における輝度の最大値と最小値の差や任意の輝度以上の部分の面積などに着目して、輝度シェーディングを容易に評価することができ、しかしながら、輝度シェーディングや撮像時に混入する雑音などの影響で検査に用いる画像のS/Nが低いために、従来の画質検査装置では輝度むらの検出は容易でない。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】以下では、LCD表示装置の画質検査を例に挙げて説明する。試験画像データを表示させたLCD表示装置を高解像度のCCDイメージセンサで撮像し、得られたデジタル画像を画質検査に用いる。画質検査装置では、このデジタル画像を原画像データとして各種の画像処理を施し、輝度シェーディングや輝度むらなどの不良を検出する。

【0007】輝度シェーディングはほぼ全てのLCD表示装置に発生しており、しかも最大値と最小値の差は10パーセント以上である。一方、輝度むらは、周囲の画素に対する数パーセント（実験的には3～7%）の画素値の差がコントラストとして見えるものである。図5は、原画像21に現れる輝度シェーディング22と輝度むら23とを模式的に示したものである。輝度むら23を検出するためには、原画像21から輝度シェーディング22の成分を除去して検出しやすくする必要がある。このため、平均値フィルタやメディアンフィルタを用いて原画像から高周波数成分を除去し平滑化した画像（図6参照）を作り、その平滑化した画像を原画像から引くことで、原画像の持つ輝度シェーディングを除去する方法が取られている。なお、以下では平滑化した画像をシェーディング画像24、原画像21からシェーディング画像24を引いて輝度シェーディング22を除去した画像を差分画像25と称する（図7参照）。差分画像23には、撮像時に混入したスパイク状の雑音や差分処理で消去しきれなかったシェーディング成分からなる雑音26が、輝度むら23のほかにも多数含まれている。輝度むら以外の雑音の多くは、輝度シェーディングの除去以前にも存在していたが、雑音自身とその周囲の画素値がともに大きいなどの理由で目につかず、輝度むらと認められなかったものである。差分画像において輝度むらの画素値と雑音の画素値に差があれば、しきい値処理を用いて両者を分離し輝度むらを抽出することができる。しかし、輝度むらの画素値と有意の差がない雑音の場合、しきい値処理による分離が困難という問題点がある。

【0008】また、しきい値処理による分離が可能である場合であっても、輝度シェーディングの除去以前には目につかなかった輝度むらが、差分画像に出現することがある。このような輝度むらは、原画像にも存在していたが、目につかず輝度むらと認められなかったものであ

る。ところで、画質検査装置による画質検査は、目視による検査に代るものであるから、目視で許容される程度の輝度むらを検出しないという制限がある。このため、原画像の段階で目につかない輝度むらも上述の雑音として抑制・除去する必要がある。以下ではこのような輝度むらを許容むらと称することにする。図8は、原画像21に輝度シェーディング22、輝度むら23及び許容むら27が存在しているところを示している。このような原画像21から上述の図6に示されるようなシェーディング画像24を引いて得た差分画像25が、図9に示されている。

【0009】輝度むらの画素値は、上述したように周囲の画素の画素値より数パーセント異なっており、大きいときは明るい輝度むらとして認識され、小さいときは暗い輝度むらとして認識される。許容むらも画素値の差で見れば、輝度むらと同程度である。しかし許容むらの場合、輝度シェーディングがかかって画像全体の中で輝度の高い明るい部分に存在しているため、目につかず輝度むらとして認識されないと考えられる。これは、従来の目視による画質検査において原画像全体の中で比較的画素値の小さい部分に濃度むらが多く見られる、という経験則にも合致する。

【0010】ところで、刺激量に対する人間の感覚量に関して、「感覚量Sは刺激量Iの指数乗に比例する」という法則（Stevensの指数法則）があり、視覚の場合、その指数は0.33と報告されている。式で表せば次のようになる。

$$【0011】 S = K I^{0.33} \quad (K \text{ は定数}) \quad \dots (1)$$

式(1)をグラフとして表わしたものが図10である。刺激（輝度）が大きくなるにしたがい、視覚の感度が鈍くなることが判る。これは刺激（輝度）の大きい所での変化に対して鈍感になっていると解釈できて、目視で許容むらが見過ごされる理由と考えられる。

【0012】また、次のように考えることもできる。目視で画像中から輝度むらを検査するとき、コントラストに着目していると考えられる。コントラストの強さは局所的な領域の周囲からの変化の差でなく、変化の割合に依存している。上述のように、輝度むらも許容むらも周囲との画素値の差であることに違いはない。しかし、許容むらは輝度シェーディングがかかって画素値の大きい領域に存在するため、許容むらと周囲との画素値の差の割合は相対的に小さくなり、コントラストは非常に弱くなる。このため、目視で許容むらが見過ごされると解釈することができる。

【0013】以上の理由から、差分画像には輝度むらと認められない許容むらも存在する。しかし、画質検査では許容むらを検出することは許されない。差分画像において輝度むらの画素値 $v_1$ 、 $v_3$ と許容むらの画素値 $v_2$ に差があれば、しきい値処理を用いて両者を分離し輝度むらだけを抽出することができる。しかし、輝度むら

の画素値と許容むらの画素値に有意な差がない場合、例えば  $v_1 \equiv v_2$  または  $v_2 \equiv v_3$  の場合、しきい値処理で両者を分離できず、許容むらを検出するため輝度むらの検出精度が低下するという課題がある。図9に示す差分画像25では、輝度むら23の画素値  $v_1, v_3$  と許容むら27の画素値  $v_2$  との間に、 $v_1 \equiv v_2 < v_3$  という関係が成立しており、しきい値処理では輝度むら23と許容むら27とを分離することができない。

【0014】本発明の目的は、雑音や許容むらを検出することなく、精度よく輝度むらを検出できる画像処理方法及び装置を提供することにある。

【0015】

【課題を解決するための手段】本発明の第1の画像処理方法は、入力した原画像データに対して画像処理を行う画像処理方法において、原画像データからフィルタリングによってシェーディング画像データを求め、原画像データとシェーディング画像データから差分画像データを求める第1の工程と、画素ごとに、シェーディング画像データを第1の定数乗し、さらに第2の定数を乗算することによって、輝度に対する視覚の感度低下の割合を求める第2の工程と、画素ごとの視覚の感度低下の割合を差分画像データに乘算する第3の工程とを有し、第1の定数が負数であり、原画像データで輝度の高い部分に対応する位置の差分画像データを抑制する。この画像処理方法では、第1の定数を  $-0.65 \sim -0.70$  とすることが好ましく、 $-0.67$  とすることがさらに好ましい。

【0016】本発明の第2の画像処理方法は、入力した原画像データに対して画像処理を行う画像処理方法において、原画像データからフィルタリングによってシェーディング画像データを求め、原画像データと前記シェーディング画像データから差分画像データを求める第1の工程と、画素ごとに、差分画像データをシェーディング画像データで除算して変化の割合を求める第2の工程とを有し、原画像データでコントラストの大きい部分に対応する位置の差分画像データを強調し、それ以外の部分を抑制する。この画像処理方法では、第3の工程として、画素ごとの変化の割合を差分画像データに乘算する工程を設けるようにすることが好ましい。また、原画像データから平均値を算出し、平均値を画素ごとの変化の\*

$$\text{SUB}(i, j) = \text{ORG}(i, j) - \text{SHD}(i, j) \quad \dots(2)$$

によって、差分画像データ  $\text{SUB}(i, j)$  を算出する。

\*合  $r_s(i, j)$  を求める。ここで  $K$  は定数である。

【0021】続いて第2の工程では、上述のStevensの指数法則を利用して、輝度に対する視覚の感度低下の割

【0022】

$$\begin{aligned} r_s(i, j) &= (K \times \text{SHD}(i, j)^{0.33}) / \text{SHD}(i, j) \\ &= K \times \text{SHD}(i, j)^{-0.67} \quad \dots(3) \end{aligned}$$

こうして求めた感度低下の割合  $r_s(i, j)$  は、シェーディング画像データ  $\text{SHD}(i, j)$  が大きくなるほど、小さい値になる。なお、原画像データ  $\text{ORG}(i, j)$  やシェーディング画像データ  $\text{SHD}(i, j)$ 、差分画像デー

\*割合に乘算する工程を第3の工程としてもよい。

【0017】本発明の第1の画像処理装置は、入力した原画像データに対して画像処理を行う画像処理装置であって、原画像データを保持する原画像メモリと、原画像データに対してフィルタリングを行ってシェーディング画像データを生成するフィルタと、原画像データとシェーディング画像データの差分画像データを生成する減算器と、画素ごとにシェーディング画像データを第1の定数乗する指数乗計算手段と、画素ごとの指数乗計算手段の出力に第2の定数を乗算する第1の乗算器と、画素ごとに差分画像データと第1の乗算器の出力を乗算する第2の乗算器とを有し、前記第1の定数が負数である。

【0018】本発明の第2の画像処理装置は、入力した原画像データに対して画像処理を行う画像処理装置であって、原画像データを保持する原画像メモリと、原画像データに対してフィルタリングを行ってシェーディング画像データを生成するフィルタと、原画像データと前記シェーディング画像データとの差分画像データを生成する減算器と、画素ごとに差分画像データをシェーディング画像データで除算する除算器と、画素ごとに差分画像データと除算器の出力を乗算する乗算器とを有する。

【0019】

【発明の実施の形態】

《第1の実施の形態》本発明の第1の画像処理方法及び装置についての実施の形態を説明する。2次元的に配置した各画素の座標を  $(i, j)$  で表わすことにする。本実施の形態では、第1の工程においてシェーディング画像データと差分画像データを求め、第2の工程において、画素ごとにシェーディング画像データを  $-0.67$  乗してから定数  $K$  を乗算することによって輝度に対する視覚の感度低下の割合を求め、第3の工程において、画素ごとの視覚の感度低下の割合を差分画像データに乘算し、さらに定数  $C$  を乗算して、処理画像データを得ている。

【0020】すなわち第1の工程では、原画像データにおける各画素  $(i, j)$  の画素値をそれぞれ  $\text{ORG}(i, j)$  とすると、この原画像データ  $\text{ORG}(i, j)$  に対し、平均値フィルタやメディアンフィルタなどのローパスフィルタを作用させて平滑化し、シェーディング画像データ  $\text{SHD}(i, j)$  を得る。さらに、

★タ  $\text{SUB}(i, j)$  などは整数型データであるが、画素ごとの感度低下の割合  $r_s(i, j)$  は実数型データで求める。

★50 【0023】第3の工程では、各画素ごとに、差分画像

データSUB(i, j)に感度低下の割合 $r_s(i, j)$ を乗算し、処理画像データENH(i, j)を得る。Cは定数 \*

\*である。

【0024】

$$\text{ENH}(i, j) = \text{SUB}(i, j) \times r_s(i, j) \times C \quad \dots(4)$$

この処理により、差分画像においてシェーディング画像の輝度が高い明るい部分に対応した位置に存在するむらが抑制され、輝度の低い暗い部分に対応した位置に存在するむらが強調されたデータが、処理画像データENH(i, j)として得られる。その結果、後処理において、輝度むらのみを精度よく検出することが可能になる。差分画像データSUB(i, j)と感度低下の割合 $r_s(i, j)$ の積が実数型データになるため、定数Cを乗算して適当なスケールの整数型データに変換している。

【0025】この実施の形態においては、差分画像データSUB(i, j)でのむらの抑制/強調の程度は、定数Kによって調整できる。定数Kの値は、検査対象(例えばLCD表示装置)の輝度に依存するので、実際に撮像して得た画像を用いて実験により調整すればよい。

【0026】以下、差分画像データにおけるむらの抑制/強調について、さらに詳しく説明する。図11は、定数Kの値を2.0としたときの差分画像データに対する視覚の感度低下の割合 $r_s$ を示すグラフである。横軸は、画素値を示している。また、図12は、輝度むらと許容むらを通過するように切ったときの原画像データの断面図であり、縦軸が画素値である。ここでむら1とむら3を輝度むら2.3、むら2を許容むら2.7とする。 $v_1 \sim v_3$ を各むらのシェーディング面からの差分値、 $s_1 \sim s_3$ を各むらの位置でのシェーディングの大きさ(シェーディング面の高さ)とすると、各むらに対する感度低下の割合 $r_{s1} \sim r_{s3}$ は次式になる。

【0027】

$$\begin{aligned} r_{s1} &= K \cdot s_1^{-0.67}, \\ r_{s2} &= K \cdot s_2^{-0.67}, \\ r_{s3} &= K \cdot s_3^{-0.67} \end{aligned} \quad \dots(5)$$

図12に示す場合には、 $s_1 < s_2$ であるから $r_{s1} > r_{s2}$ となる。また、輝度むらであるむら1と許容むらであるむら2との間に $v_1 \approx v_2$ なる関係が成立するとすると、 $v_1 \times r_{s1} > v_2 \times r_{s2}$ となる。また、むら2とむら3はいずれも輝度の高い部分に存在するむらであることから、 $v_2 \ll v_3$ である。図11に示すグラフから分かるように、感度低下の割合 $r_s$ はシェーディング画像データでの画素値が大きくなると飽和するので、適当なKを設定すると $r_{s2}$ と $r_{s3}$ の差を小さくすることができ、 $v_2 \times r_{s2} < v_3 \times r_{s3}$ とすることができ、したがって、このようにKを設定したとすると、処理画像データでの各むらの画素値 $e_1 \sim e_3$ は次の関係になる(定数Cは1とした)。

※

$$\text{ENH}(i, j) = \text{SUB}(i, j) \times r_c(i, j) \times C \quad \dots(8)$$

以上の処理によって、輝度シェーディングと輝度のむら

※【0028】 $e_2 < e_1$ 、 $e_2 < e_3$  …(6)

ただし、 $e_1 = v_1 \times r_{s1}$ 、 $e_2 = v_2 \times r_{s2}$ 、 $e_3 = v_3 \times r_{s3}$ 。

つまり、処理画像データにおいては、許容むらの画素値 $e_2$ は、輝度むらの画素値 $e_1$ 、 $e_3$ より小さい値になっているので、しきい値処理で両者を分離できるようになる。

【0029】《第2の実施の形態》次に、本発明の第2の画像処理方法及び装置についての実施の形態を説明する。この実施の形態では、第1の工程においてシェーディング画像データと差分画像データを求め、第2の工程において、画素ごとに差分画像をシェーディング画像で除算して変化の割合を求め、第3の工程において、画素ごとの変化の割合を差分画像データに乗算し、さらに定数Cを乗算して、処理画像データを得る。

【0030】この実施の形態でも、第1の工程では第1の実施の形態と同様に、原画像データORG(i, j)からシェーディング画像データSHD(i, j)と差分画像データSUB(i, j)を求める。

【0031】シェーディング画像データSHD(i, j)は、輝度むらや許容むらのような局所的に画素値の変化した部分を周辺の画素の値を用いて平滑化した画像データであり、差分画像データSUB(i, j)は、原画像データORG(i, j)とシェーディング画像データSHD(i, j)の差であるから、各画素ごとに差分画像データSUB(i, j)をシェーディング画像データSHD(i, j)で割ったものは、局所的に画素値の変化した部分とその周辺との変化の割合を近似する。したがって、第2の工程では、変化の割合 $r_c(i, j)$ を近似的に次式で求める。なお、原画像データORG(i, j)やシェーディング画像データSHD(i, j)、差分画像データSUB(i, j)などは整数型データであるが、変化の割合 $r_c(i, j)$ は実数型データで求める。

【0032】

$$r_c(i, j) = \text{SUB}(i, j) / \text{SHD}(i, j) \quad \dots(7)$$

こうして求めた変化の割合 $r_c(i, j)$ は、差分画像データSUB(i, j)の値が同程度であるならば、シェーディング画像データSHD(i, j)の値が大きいほど小さくなる。そこで第3の工程では、画素ごとのこの変化の割合 $r_c(i, j)$ を差分画像データSUB(i, j)に乗算し、処理画像データENH(i, j)を得る。ただしCは定数である。

【0033】

★(i, j)として得られ、輝度が高い明るい部分に存在するコントラストの低い雑音の画素が抑制される。その結

★50



果、後処理で行われる輝度むらと雑音や許容むらとの分離の精度を向上することができ、その結果として輝度むらを精度よく検出することができる。定数Cは、差分画像データSUB(i, j)と変化の割合 $r_c(i, j)$ の積が実数型データになるため、それを適当なスケールの整数型データに変換するためのものである。

【0034】図13は、差分画像データでの値が10であるとしたときに、シェーディング画像データでの画素値によって、変化の割合 $r_c$ がどのように変化するかを示すグラフである。第1の実施の形態での視覚感度の低下の割合 $r_s$ のグラフと同様に、シェーディング画像データでの画素値が大きくなるにしたがい急激に減少し、やがて飽和する傾向を示す。したがって、第1の実施の形態の場合と同様に、輝度むらを許容むらや雑音から分離することができる。

【0035】

【実施例】

《第1の実施例》図1は、上述の第1の実施の形態で使用する画像処理装置の構成の一例を示している。

【0036】画像入力装置1から出力される撮像信号は、画像変換手段2で変換されて原画像データとなり、原画像メモリ3に蓄積される。LCD表示装置の画質検査にこの画像処理装置を使用する場合には、画像入力装置1は高解像度のCCDイメージセンサであり、CCD撮像装置の画質検査に使用する場合であれば、画像入力装置1は、検査対象のCCD撮像素子自体である。

【0037】原画像メモリ3には、平滑化フィルタリングを行うためのデジタルフィルタ4が接続され、デジタルフィルタ4の出力側にはシェーディング画像メモリ5が設けられている。さらに原画像メモリ3には減算器8の一方の入力Aが接続されており、減算器8の他方の入力Bはシェーディング画像メモリ5に接続され、減算器8の出力(A-B)には差分画像メモリ10が設けられている。また、シェーディング画像メモリ5には、画素値を-0.67乗するための指数乗計算手段6が接続されており、指数乗計算手段6の出力は、第1の乗算器9に一方の入力Aに接続されている。第1の乗算器9の他方の入力Bには定数格納部7から定数Kが供給されており、第1の乗算器9の出力はバッファメモリ11に入力する。また、第2の乗算器12が設けられおり、第2の乗算器12の2つの入力A, Bは、それぞれ、差分画像メモリ10とバッファメモリ11に接続している。第2の乗算器12の出力は、一方の入力Aに定数格納部13から定数Cが供給されている第3の乗算器14の他方の入力Bに接続している。第3の乗算器14の出力には、処理画像メモリ15が設けられている。原画像メモリ3、シェーディング画像メモリ5、差分画像メモリ10、バッファメモリ11及び処理画像メモリ15は、それぞれ画像データを格納するためのメモリであって、これらメモリに格納された画像データは、必要に応じて随

時読み出すことができるようになっている。

【0038】次に、この画像処理装置の動作を説明する。

【0039】原画像メモリ3に原画像データが既に格納されているものとして、原画像メモリ3から読み出された原画像データに対して、デジタルフィルタ4によって、平均値フィルタやメディアンフィルタなどの平滑化フィルタリングが施され、シェーディング画像データが作成される。生成されたシェーディング画像データはシェーディング画像メモリ5に格納される。原画像メモリ3から読み出された原画像データとシェーディング画像メモリ5から読み出されたシェーディング画像データは減算器8に入力し、差分画像データとなって、差分画像メモリ10に格納される。また、指数乗計算手段6は、シェーディング画像メモリ5からシェーディング画像データの各画素値を読み出してそれを-0.67乗する。その算出結果は第1の乗算器9において定数Kを乗算され、この乗算結果は画素ごとのデータとしてバッファメモリ11に格納される。続いて、差分画像メモリ6から読み出した差分画像データとバッファメモリ9から読み出した乗算結果のデータは、画素ごとに第2の乗算器12に入力し、その乗算結果は、第3の乗算器14において、定数Cと乗算される。そして、第3の乗算器14からの出力が処理画像データとして処理画像メモリ15に格納される。

【0040】このように処理画像データを生成して処理画像メモリ15に格納すれば、処理画像メモリ15から処理画像データを読み出して、その後の画像処理に用いることができる。同様に、原画像メモリ3、シェーディング画像メモリ5、差分画像メモリ10にそれぞれ格納された画像データを必要に応じて読み出して、その後の画像処理に用いることができる。

【0041】《第2の実施例》図2は、上述の第2の実施の形態で使用される画像処理装置の構成の一例を示している。この画像処理装置は、図1に示すものと、画像入力装置1、画像変換手段2、原画像メモリ3、デジタルフィルタ4、シェーディング画像メモリ5、減算器8、差分画像メモリ10、バッファメモリ11及び処理画像メモリ15が設けられている点では同様であり、画像入力装置1からシェーディング画像メモリ5及び差分画像メモリ10までの構成は同一である。そしてこの画像処理装置には、除算器16が設けられており、除算器16の一方の入力Aは差分画像メモリ10に接続し、他方の入力Bはシェーディング画像メモリ5に接続し、出力はバッファメモリ11に接続している。差分画像メモリ10は乗算器12の一方の出力Aに接続し、乗算器12の他方の入力Bはバッファメモリ11に接続している。また、別の乗算器14が設けられ、一方の入力Aには定数格納部13から定数Cが供給され、他方の入力Bは乗算器12の出力に接続する。乗算器14の出力が、



処理画像データとして処理画像メモリ15に格納されるようになっている。

【0042】次に、この画像処理装置の動作を説明する。

【0043】原画像メモリ3に原画像データが既に格納されているものとして、原画像メモリ3から読み出された原画像データに対して、デジタルフィルタ4によって、平均値フィルタやメディアンフィルタなどの平滑化フィルタリングが施され、シェーディング画像データが作成される。生成されたシェーディング画像データはシェーディング画像メモリ5に格納される。また、原画像メモリ3から読み出された原画像データとシェーディング画像メモリ5から読み出されたシェーディング画像データは減算器8に入力し、差分画像データとなって、差分画像メモリ10に格納される。除算器16は、画素ごとに、差分画像メモリ10から読み出した差分画像データを、シェーディング画像メモリ11から読み出したシェーディング画像データで除算し、その出力（除算結果）をバッファメモリ11に格納する。乗算器12は、画素ごとに、差分画像メモリ6から読み出した差分画像データとバッファメモリ11から読み出した除算器16での除算結果とを乗算し、この算出結果は、別の乗算器14で定数C倍され、処理画像データとして処理画像メモリ15に格納される。

【0044】このように処理画像データを生成して処理画像メモリ15に格納すれば、処理画像メモリ15から処理画像データを読み出して、その後の画像処理に用いることができる。同様に、原画像メモリ3、シェーディング画像メモリ5、差分画像メモリ10にそれぞれ格納された画像データを必要に応じて読み出して、その後の画像処理に用いることができる。

【0045】この第2の実施例では、以下に述べるような変形実施例が可能である。

【0046】図3に示すものでは、図2に示す画像処理装置から乗算器12と定数格納部13を省き、そのかわり、原画像データにおける画素値の平均値を求める平均値算出手段17を設け、平均値算出手段17で得られた平均値を定数Cの代りに乗算器14の一方の入力Aに供給している。乗算器14の他方の入力Bはバッファメモリ11に接続している。したがって、差分画像メモリ10からの差分画像データは、除算器16にのみ供給されている。このように構成することにより、除算器16での除算結果と平均値算出手段17で算出された平均値との積が処理画像データとして処理画像メモリ15に格納されることになり、入力された画像データごとに画像全体の平均的明るさの情報を反映した処理画像データを得ることができる。

【0047】図4に示すものは、図2に示す画像処理装置において乗算器12を省いた構成であり、乗算器14の他方の入力Bはバッファメモリ11に接続し、差分画

像メモリ10からの差分画像データは除算器16にのみ供給されている。このように構成することにより、図3に示す変形例とは反対に、入力された画像データごとの画像全体の平均的明るさのばらつきを抑えて規格化した処理画像データが得られるようになる。図4に示す変形実施例では、処理画像データが十分なダイナミックレンジを持つように定数Cを設定する。

【0048】

【発明の効果】以上説明したように本発明は、差分画像データに対し、①輝度に対する視覚の感度低下の割合に応じた補正を行って処理画像データを得る、あるいは、②局所的な画素値の変化の割合に求めこれに基づいた処理画像データを得ることにより、輝度むらと許容むらや雑音との分離が精度よく行えるようになるという効果がある。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の第1の実施例の画像処理装置の構成を示すブロック図である。

【図2】本発明の第2の実施例の画像処理装置の構成を示すブロック図である。

【図3】第2の実施例での画像処理装置の変形実施例を示すブロック図である。

【図4】第2の実施例での画像処理装置の別の変形実施例を示すブロック図である。

【図5】輝度むらと輝度シェーディングを含む原画像を模式的に示す図である。

【図6】シェーディング画像を模式的に示す図である。

【図7】輝度むらと雑音を含む差分画像を模式的に示す図である。

【図8】輝度むらと許容むらと輝度シェーディングを含む原画像を模式的に示す図である。

【図9】輝度むらと許容むらを含む差分画像を模式的に示す図である。

【図10】刺激（輝度）に対する視覚の感度を示すグラフである。

【図11】視覚の感度低下の割合を示すグラフである。

【図12】原画像の画素値変化を示す断面図である。

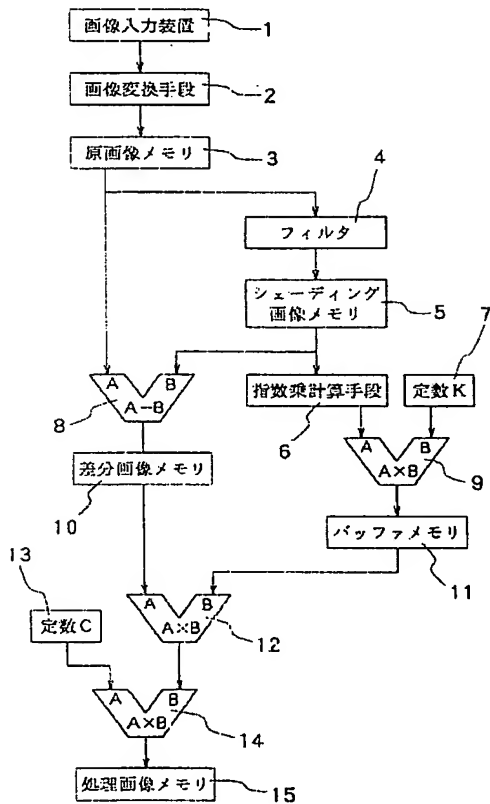
【図13】局所的な画素値の変化の割合を示すグラフである。

【符号の説明】

- 1 画像入力装置
- 2 画像変換手段
- 3 原画像メモリ
- 4 デジタルフィルタ
- 5 シェーディング画像メモリ
- 6 指数乗計算手段
- 7.13 定数格納部
- 8 減算器
- 9.12.14 乗算器
- 10 差分画像メモリ

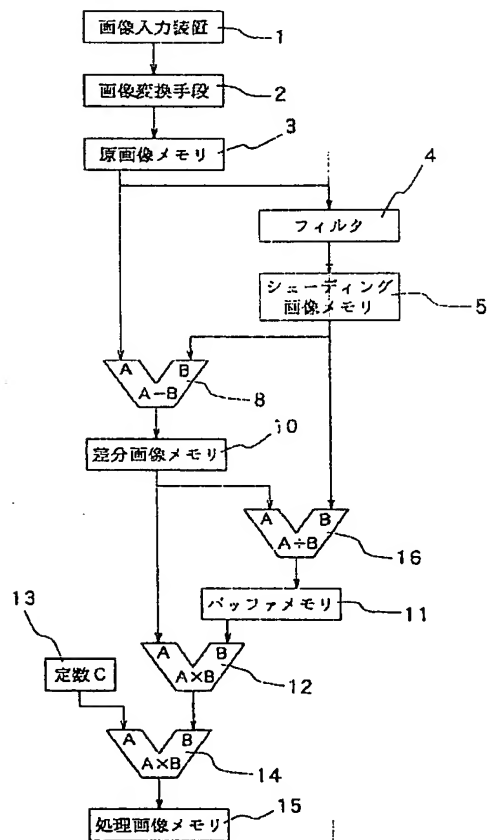
- 1 1 バッファメモリ  
1 5 処理画像メモリ  
1 6 除算器  
1 7 平均値算出手段  
2 1 原画像  
2 2 輝度シェーディング

【図1】

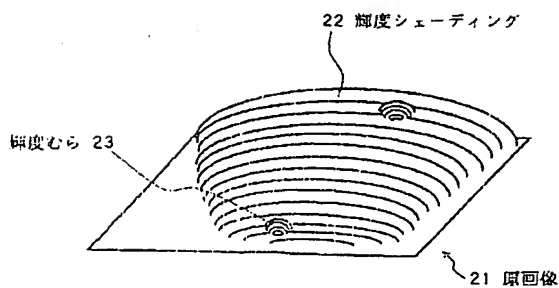


- 2 3 輝度むら  
2 4 シェーディング画像  
2 5 差分画像  
2 6 雑音  
2 7 許容むら

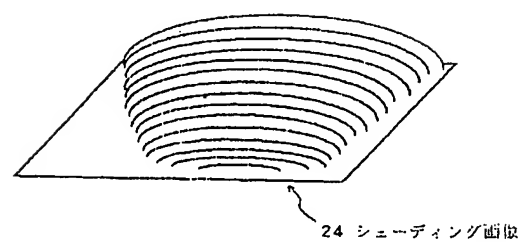
【図2】



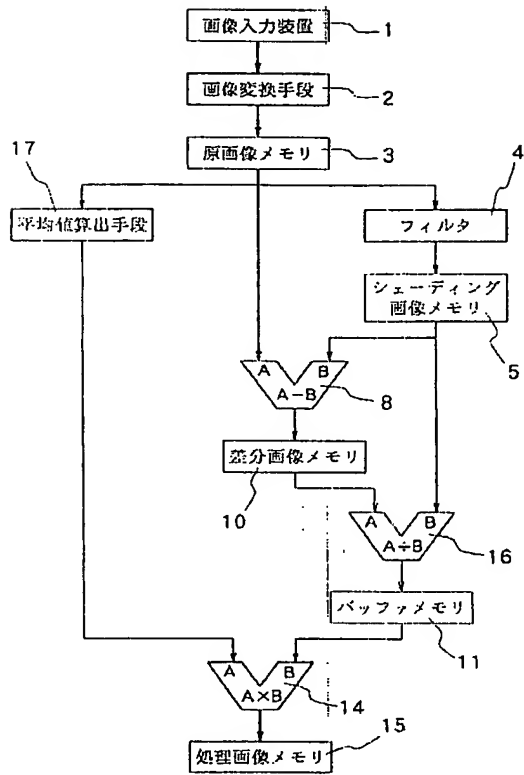
【図5】



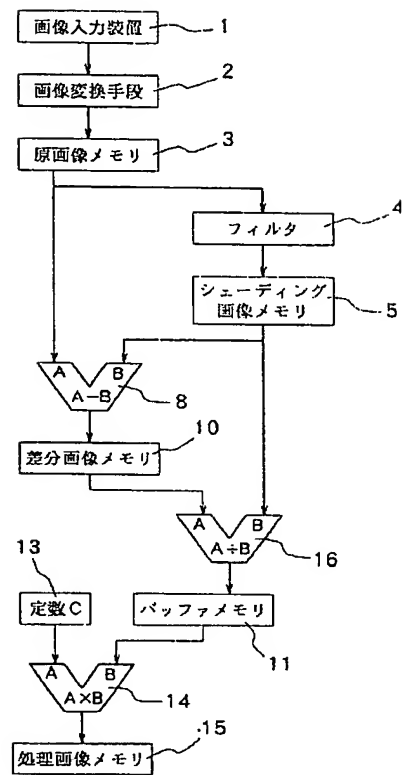
【図6】



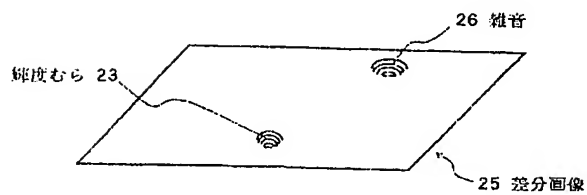
【図3】



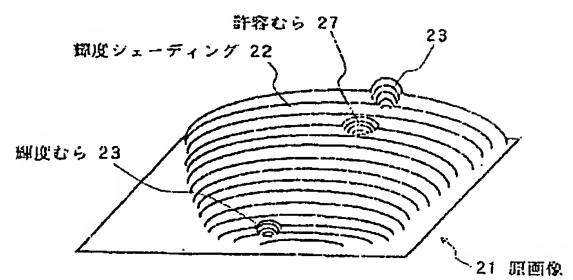
【図4】



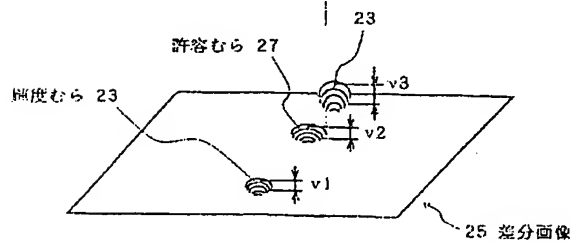
【図7】



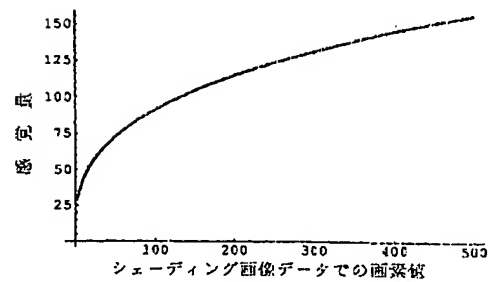
【図8】



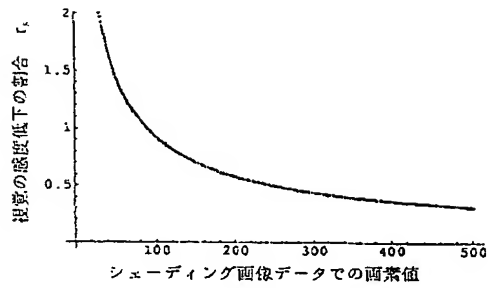
【図9】



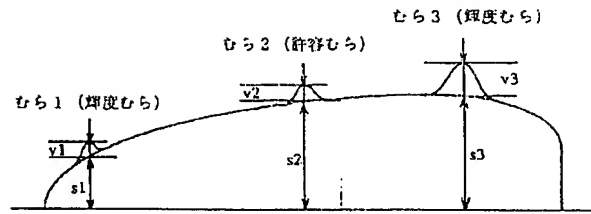
【図10】



【図11】



【図12】



【図13】

